

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013589781 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2001-073988/ 200109

XRPX Acc No: N01-056305

Scanning optical system for exposure unit of laser printer, has  
diffraction surface for chromatic aberration compensation, arranged  
between polygon mirror and scanned layer

Patent Assignee: ASAHI OPTICAL CO LTD (ASAO ); ASAHI KOGAKU KOGYO KK (ASAO  
)

Inventor: KAMIKUBO J; TAKEUCHI S

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

| Patent No     | Kind | Date     | Applicat No   | Kind | Date     | Week     |
|---------------|------|----------|---------------|------|----------|----------|
| JP 2000206445 | A    | 20000728 | JP 9910545    | A    | 19990119 | 200109 B |
| US 6222661    | B1   | 20010424 | US 2000484445 | A    | 20000118 | 200125   |

Priority Applications (No Type Date): JP 9910545 A 19990119

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan | Pg | Main IPC | Filing Notes |
|-----------|------|-----|----|----------|--------------|
|-----------|------|-----|----|----------|--------------|

|               |   |  |    |             |  |
|---------------|---|--|----|-------------|--|
| JP 2000206445 | A |  | 10 | G02B-026/10 |  |
|---------------|---|--|----|-------------|--|

|            |    |  |  |             |  |
|------------|----|--|--|-------------|--|
| US 6222661 | B1 |  |  | G02B-026/08 |  |
|------------|----|--|--|-------------|--|

Abstract (Basic): JP 2000206445 A

NOVELTY - A diffraction surface (21) for chromatic aberration compensation, is arranged between a polygon mirror (13) and scanned layer (40). The diffraction efficiency is different along on-axis and off-axis positions, so that the difference of right permeable quantity at axis top of F theta lens (30) and off-axis is negated.

USE - For use in exposure unit of laser printer.

ADVANTAGE - The power variation on scanned layer, can be adjusted by improving diffraction efficiency distribution.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the explanatory drawing of scanning optical system.

Polygon mirror (13)

Diffraction surface (21)

F theta lens (30)

Scanned layer (40)

pp; 10 DwgNo 1/4

Title Terms: SCAN; OPTICAL; SYSTEM; EXPOSE; UNIT; LASER; PRINT; DIFFRACTED;  
SURFACE; CHROMATIC; ABERRATION; COMPENSATE; ARRANGE; POLYGONAL; MIRROR;  
SCAN; LAYER

Derwent Class: P81; T04; V07

International Patent Class (Main): G02B-026/08; G02B-026/10

International Patent Class (Additional): G02B-013/00; G02B-013/18

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): T04-G04A1; V07-K05

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-206445

(P2000-206445A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テマコード* (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-------------|
| G 0 2 B 26/10             | 1 0 5 | G 0 2 B 26/10 | 1 0 5       |
| 13/00                     |       | 13/00         |             |
| 13/18                     |       | 13/18         |             |

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-10545

(22) 出願日 平成11年1月19日 (1999.1.19)

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 竹内 修一

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72) 発明者 上塚 洋二

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(74) 代理人 100098235

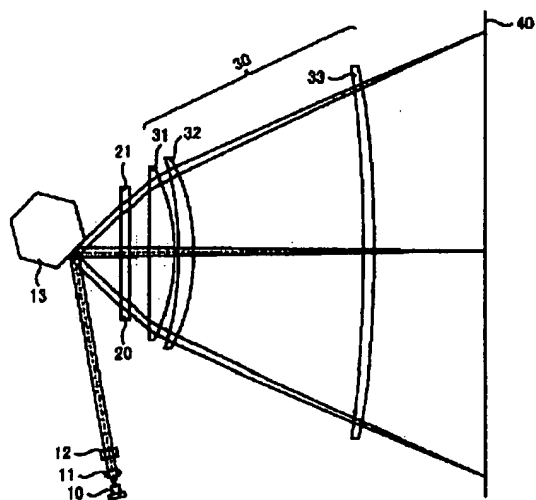
弁理士 金井 英幸

(54) 【発明の名称】 走査光学系

(57) 【要約】

【課題】 コストのかかるコーティングによらずにパワーバリエーションを補正することができる走査光学系を提供することを課題とする。

【解決手段】 半導体レーザー10から発したレーザー光は、コリメートレンズ11、シリンドリカルレンズ12を介してポリゴンミラー13に入射し、反射、偏向されて回折素子20を透過し、結像光学系であるf $\theta$ レンズ30を透過することにより収束され、被走査面40に主走査方向に走査するスポットを形成する。回折素子20は、ポリゴンミラー13側の面に回折面21が形成されたほぼ平行平板状の素子であり、光源の波長のバラツキによる色収差を補正する機能、そして、結像光学系であるf $\theta$ レンズ30の軸上と軸外との透過光量の差を打ち消す機能を有している。このため、回折面21は、軸上での回折効率が軸外での回折効率より小さくなるように設定されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光束を偏向器を用いて偏向し、該偏向器と被走査面との間に配置された結像光学系を介して被走査面に結像、走査する光走査光学系において、

前記偏向器と前記被走査面との間に、色収差補正用の回折面が配置され、該回折面は、少なくとも前記結像光学系の軸上と軸外との透過光量の差を打ち消すように、回折効率が軸上と軸外とで異なるように設定されていることを特徴とする走査光学系。

【請求項2】 前記回折面は、前記結像光学系とは別個の平行平板状の回折素子の一面に形成され、該回折素子は、前記偏向器と前記結像光学系との間に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の走査光学系。

【請求項3】 前記回折面は、前記結像光学系を構成する素子の一面に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の走査光学系。

【請求項4】 前記偏向器と前記被走査面との間に配置された光学素子の軸上での透過光量 $Ty_0$ と軸外での透過光量 $Ty_1$ との比を $T=(Ty_1/Ty_0)$ 、前記回折面の軸上での回折効率 $\eta_0$ と軸外での回折効率 $\eta_1$ との比を $N=(\eta_1/\eta_0)$ として、

$$0.8 < N \cdot T < 1.1 \quad \dots [1]$$

を満たすことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の走査光学系。

【請求項5】 前記回折面の軸上のブレース化波長を使用波長に対してシフトさせたことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の走査光学系。

【請求項6】 前記回折面の軸上でのブレース化波長 $\lambda_1$ が使用波長 $\lambda_0$ より小さく設定され、これらの波長の比を $\Lambda=(\lambda_1/\lambda_0)$ 、前記偏向器と前記被走査面との間に配置された光学素子の軸上での透過光量 $Ty_0$ と軸外での透過光量 $Ty_1$ との比を $T=(Ty_1/Ty_0)$ として、

$$0.8 < \Lambda / T < 1.2 \quad \dots [2]$$

を満たすことを特徴とする請求項5に記載の走査光学系。

【請求項7】 前記回折面の軸上でのブレース化波長 $\lambda_1$ が使用波長 $\lambda_0$ より大きく設定され、これらの波長の比を $\Lambda=(\lambda_1/\lambda_0)$ 、前記偏向器と前記被走査面との間に配置された光学素子の軸上での透過光量 $Ty_0$ と軸外での透過光量 $Ty_1$ との比を $T=(Ty_1/Ty_0)$ として、

$$0.8 < 1 / (\Lambda \cdot T) < 1.2 \quad \dots [3]$$

を満たすことを特徴とする請求項5に記載の走査光学系。

【請求項8】 光源からの光束を有効走査範囲外から偏向器に入射させ、該偏向器により偏向された光束を、該偏向器と被走査面との間に配置された結像光学系を介して被走査面に結像、走査する光走査光学系において、前記偏向器と前記被走査面との間に、色収差補正用の回折面が配置され、該回折面は、回折効率が光軸に対して

非対称に変化するよう設定されていることを特徴とする走査光学系。

【請求項9】 前記光源から発する光束が前記偏向器に対してS偏光として入射し、前記結像光学系の光軸を境として、前記光源からの入射光と同じ側に偏向された光束に対する回折効率が、前記入射光とは反対側に偏向された光束に対する回折効率よりも高く設定されていることを特徴とする請求項8に記載の走査光学系。

【請求項10】 前記光源から発する光束が前記偏向器に対してP偏光として入射し、前記結像光学系の光軸を境として、前記光源からの入射光と同じ側に偏向された光束に対する回折効率が、前記入射光とは反対側に偏向された光束に対する回折効率よりも低く設定されていることを特徴とする請求項8に記載の走査光学系。

【請求項11】 前記被走査面に達する描画光は、前記回折面による1次回折光であることを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の走査光学系。

【請求項12】 前記光源は、複数のレーザー光を発するマルチビーム光源であり、これら複数のレーザー光が前記被走査面上で同時に複数の走査線を形成することを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の走査光学系。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、レーザープリンター等の走査光学装置の露光ユニットに利用される走査光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】この種の走査光学系は、半導体レーザーから発したレーザー光をポリゴンミラーにより反射・偏向し、 $f\theta$ レンズを介して感光体ドラム上に結像・走査させ、半導体レーザーを変調することにより感光体ドラム上に走査線を形成する。走査光学系では、 $f\theta$ レンズの光軸上を通過して走査範囲の中心に向かう軸上光束と、走査範囲の周辺に向かう軸外光束とでレンズ内を通過する光路長や、レンズの各面に対する入射角度が異なることから、 $f\theta$ レンズの透過光量が画角によって変化するという問題がある。一般的には、軸上光の透過光量が軸外光の透過光量より大きくなる。このような軸上と軸外の光量の変化をパワーバリエーションと呼ぶが、パワーバリエーションが許容量を超えると、感光体ドラムに対する露光量にバラツキが生じ、描画品質が悪化する。

【0003】パワーバリエーションを補正する手法として、 $f\theta$ レンズのレンズ面に使用波長とは異なる特定の波長に対して反射率が最小となるような反射防止コーティングを施すことが考えられる。単波長用のコーティングの反射率は、垂直入射を前提に決定されているため、入射角度が変化すると波長が同一であっても反射率が変化する。そこで、使用波長で垂直に入射する光束に対する反射率が、軸外の角度を持つ入射光に対する反射率より

り大きくなるようなコーティングを施せば、理論的にはパワーバリエーションを補正することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実際にパワーバリエーションを補正するためには、単一の面にコーティングを施すだけでは不十分な場合が多く、十分な補正効果を得るためには複数の面に上記のようなコーティングが必要となり、コストがかかる。なお、パワーバリエーションの原因となるのは、 $f\theta$ レンズのみでなく、ポリゴンミラー自体、ポリゴンミラーのカバーガラス、 $f\theta$ レンズと感光体ドラムとの間に配置されたミラー等が原因となり得る。そして、ポリゴンミラーの反射率の変化に起因するパワーバリエーションは、光軸を境とした対称形ではなく、非対称な変化となる。このような非対称なパワーバリエーションをコーティングで補正するためには、レンズ面に反射率が異なる不均一なコーティングを施す必要があり、技術的に実現が困難である。

【0005】この発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、コストのかかるコーティングによらずにパワーバリエーションを補正することができる走査光学系を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる走査光学系は、光源からの光束を偏向器を用いて偏向し、偏向器と被走査面との間に配置された結像光学系を介して被走査面に結像、走査する光走査光学系において、偏向器と被走査面との間に、色収差補正用の回折面を配置し、この回折面の回折効率を、少なくとも結像光学系の軸上と軸外との透過光量の差を打ち消すように、軸上と軸外とで異なるように設定したことを特徴とする。

【0007】色収差補正用の回折面は、特に複数の光源を用いたマルチビームの走査光学系において、光源毎の発光波長のバラツキによる走査線のずれを補正するために採用されている。回折面は、一般的には全像高に対して回折効率が最高になるように設計されているが、本発明では軸上光に対する回折効率と、軸外光に対する回折効率を意図的に変化させることでパワーバリエーションを補正している。これにより、コーティングなどの追加的な工程を増やすことなく、パワーバリエーションを補正/低減できる。

【0008】回折面は、結像光学系とは別個の平行平板状の回折素子の一面に形成してもよいし、結像光学系を構成する素子の一面に形成してもよい。別個の回折素子として形成される場合には、回折素子は、偏向器と結像光学系との間に配置すると、素子を小型化できるため望ましい。

【0009】偏向器と被走査面との間に配置された光学素子の軸上での透過光量 $Ty_0$ と軸外での透過光量 $Ty_1$ との比を $T=(Ty_1/Ty_0)$ 、回折面の軸上での回折効率 $\eta_0$ と軸

外での回折効率 $\eta_1$ との比を $N=(\eta_1/\eta_0)$ としたときに、これらの積 $N \cdot T$ がほぼ1.0に保たれていれば、被走査面に到達する有効光量が軸上と軸外でほぼ一定に保たれる。具体的には、以下の条件[1]を満たすことが望ましい。

$$0.8 < N \cdot T < 1.1 \quad \dots [1]$$

【0010】軸上光の透過光量が多く軸外光の透過光量が少ない場合には、軸上での回折効率 $\eta_0$ を下げ、軸外での回折効率 $\eta_1$ を上げればよい。そのための手段として、ブレース化波長を使用波長に対してシフトさせる方法が考えられる。その際、使用波長を $\lambda_0$ 、軸上でのブレース化波長を $\lambda_1$ とすると、ブレース化波長 $\lambda_1$ は使用波長 $\lambda_0$ に対して小さな値でも大きな値でも回折効率の適当な変化を得る解が存在する。これらの波長の比を $\Lambda=(\lambda_1/\lambda_0)$ とすると、 $\lambda_1 < \lambda_0$ の場合には条件[2]、 $\lambda_1 > \lambda_0$ の場合には条件[3]を満たすことが望ましい。

$$0.8 < \Lambda / T < 1.2 \quad \dots [2]$$

$$0.8 < 1 / (\Lambda \cdot T) < 1.2 \quad \dots [3]$$

【0011】この発明にかかる走査光学系他の態様では、光源からの光束を有効走査範囲外から偏向器に入射させ、該偏向器により偏向された光束を、該偏向器と被走査面との間に配置された結像光学系を介して被走査面に結像、走査する光走査光学系において、偏向器と被走査面との間に、色収差補正用の回折面が配置され、該回折面は、回折効率が光軸に対して非対称に変化するよう設定されていることを特徴とする。

【0012】前述したように偏向器によって発生するパワーバリエーションは光軸に対して非対称となるため、上記のように回折効率を光軸に対して非対称に変化するよう設定することにより、補正が可能となる。

【0013】このとき、光源から発する光束が偏向器に対してS偏光として入射する場合には、結像光学系の光軸を境として、光源からの入射光と同じ側に偏向された光束に対する回折効率を、入射光とは反対側に偏向された光束に対する回折効率よりも高く設定することが望ましい。

【0014】他方、光源から発する光束が偏向器に対してP偏光として入射する場合には、結像光学系の光軸を境として、光源からの入射光と同じ側に偏向された光束に対する回折効率を、入射光とは反対側に偏向された光束に対する回折効率よりも低く設定することが望ましい。なお、被走査面に達する描画光としては、回折格子による1次回折光を用いることが望ましい。また、この発明は、単一ビームの光学系のみでなく、複数のレーザー光を発するマルチビーム光源を備えたマルチビームの走査光学系に適用することもできる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかる走査光学系の実施形態を3例説明する。第1の実施形態は、偏向器と結像光学系との間に平板状の回折素子を設けた

例、第2の実施形態は結像光学系の一面に回折面を形成した例、第3の実施形態は第2の実施形態と同様の構成で偏向器と結像光学系との間にカバーガラスが設けられている例である。それぞれの実施形態につき、具体的な実施例を複数説明する。

【0016】

【第1の実施形態】図1は、第1の実施形態にかかる走査光学系を示す主走査面(偏向器により偏向されるレーザー光の中心軸の軌跡として形成される平面)内の平面図である。光源である半導体レーザー10から発した発散光であるレーザー光は、コリメートレンズ11により平行光とされ、シリンドリカルレンズ12により副走査方向にのみ収束される。シリンドリカルレンズ12を介したレーザー光は、ポリゴンミラー13に入射し、反射、偏向されて回折素子20を透過し、結像光学系であるfθレンズ30を透過することにより収束され、被走査面40に主走査方向に走査するスポットを形成する。

【0017】レーザー光は、副走査方向においては、シリンドリカルレンズ12によりポリゴンミラー13の反射面の近傍で一旦結像し、fθレンズ30のパワーにより被走査面40上に再結像する。この構成により、ポリゴンミラー13の面倒れ誤差による被走査面40上での走査線のずれを防止することができる。

【0018】fθレンズ30は、第1レンズ31、第2レンズ32、第3レンズ33の3枚構成であり、軸上の透過光量が軸外の透過光量よりも大きくなるような透過特性を有している。回折素子20は、ポリゴンミラー13側の面に回折面21が形成されたほぼ平行平板状の素子であり、光源の波長のバラツキによる色収差を補正する機能、そして、結像光学系であるfθレンズ30の軸上と軸外との透過光量の差を打ち消す機能を有している。このため、回折面21は、軸上での回折効率が軸外での回折効率より小さくなるように設定されている。

【0019】ここで、fθレンズ30の軸上での透過光量Ty0と軸外での透過光量Ty1との比をT=(Ty1/Ty0)、回折面21の軸上での回折効率η0と軸外での回折効率η1との比をN=(η1/η0)としたときに、回折面21は以下の条件(1)を満たすよう設計される。

$$0.8 < N \cdot T < 1.1 \quad \dots (1)$$

【0020】そして、軸上での回折効率η0を下げ、軸外での回折効率η1を上げるための手段として、軸上のブレイズ化波長を使用波長に対してシフトさせている。すなわち、回折格子の回折効率は、波長に依存すると共に、入射角度にも依存するため、入射角度が変化すると波長が同一であっても回折効率が変化する。そこで、垂直に入射する使用波長の光束に対する回折効率が、軸外の角度を持つ使用波長の入射光に対する回折効率より小さくなるような回折面を設計すれば、パワーバリエーションを補正することができる。このような回折面は、上記のように設計上のブレイズ化波長λ1を使用波長λ0と

は異なる特定の値とすることにより得られる。そして、このようなブレイズ化波長λ1の解は、使用波長λ0より小さい値としても、大きい値としても存在する。これらの波長の比をΛ=(λ1/λ0)とすると、λ1<λ0の場合には条件(2)、λ1>λ0の場合には条件(3)を満たすように設計する。

$$0.8 < \Lambda / T < 1.2 \quad \dots (2)$$

$$0.8 < 1 / (\Lambda \cdot T) < 1.2 \quad \dots (3)$$

【0021】条件(1)、(2)、(3)は、いずれも回折面によるパワーバリエーションの補正効果を規定し、条件を満たす場合には十分な補正効果を得ることができる。条件を満たさない場合には、補正が不足し、あるいは補正が過剰となる。

【0022】回折面の回折素子としての機能は、それにより付加される光路長の分布により定義することができる。その付加量は、光軸からの高さh、n次(偶数次)の光路差関数係数Pnを用いて、

$$\phi(h) = (P2 \cdot h^2 + P4 \cdot h^4 + P6 \cdot h^6 + P8 \cdot h^8 + P10 \cdot h^{10})$$

により定義される光路差関数φ(h)により表すことができる。

【0023】また、実際の回折面の形状は、ベースとなる面上にフレネルレンズ状の輪帯が多数形成された不連続面であり、光軸と回折面の交点での接平面からのサグ量SAG(h)であらわすと以下の通りとなる。

$$SAG(h) = X(h) + S(h)$$

【0024】ここで、X(h)は回折面の巨視的形状を示す回転対称非球面のサグ量、S(h)は光路差関数φ(h)から計算される巨視形状に付加されるサグ量であり、それぞれ以下のようにあらわされる。

$$X(h) = h^2 / \{ r \{ 1 + \sqrt{1 - (k+1)h^2/r^2} \} \} + A4 \cdot h^4 + A6 \cdot h^6 + A8 \cdot h^8 + A10 \cdot h^{10}$$

$$S(h) = \{ \text{MOD}(\phi(h) + C, -1) - C \} \lambda_0 / \{ n - 1 + B0 + B1 \cdot h + B2 \cdot h^2 \}$$

【0025】なお、rは非球面の光軸上での曲率半径、kは円錐係数、A4、A6、A8、A10は4次、6次、8次、10次の非球面係数である。また、Cは輪帯の境界位置の位相を設定する定数で、0から1の任意の値を取る(以下の実施例ではC=0.2とした)。MOD(X, Y)はXをYで割った剰余を与える関数であり、MOD(φ(h)+C, -1)の値が0になるhの点が輪帯の境になる。λ0は使用波長、nは回折面が形成される素子の屈折率、B0、B1、B2は、回折効率を回折面の入射高さによって変えるために位相付加量を変化させる位相変更係数である。ベース形状X(h)の上に、S(h)の光路差を持つように、勾配、段差を設定することにより、最終的な形状SAG(h)が求められる。

【0026】また、輪帯番号Nとhの関係は以下のように表される。

$$N = \text{INT}(|\phi(h) / \lambda_0 + C|)$$

次に、第1の実施形態に基づく具体的な実施例を2例説明する。

【0027】



【第1実施例】第1実施例は、回折面21の軸上でのブレイズ化波長 $\lambda_1$ を使用波長 $\lambda_0$ に対して短波長側にシフトさせたものである。

【0028】表1は、第1実施例にかかる走査光学系の具体的な数値構成を示す。面番号#0がポリゴンミラー13の反射面、#1、#2が回折素子20、#3、#4が第1レンズ31、#5、#6が第2レンズ32、#6、#7が第3レンズ33を示している。表中、fは回

f=144.7 fD= 3164.6  $2\omega=85.4^\circ$

| 面番号 | r        | d     | n     | 備考          |
|-----|----------|-------|-------|-------------|
| #0  | —        | 24.00 |       |             |
| #1  | -1581.57 | 4.00  | 1.486 | 回折面、回転対称非球面 |
| #2  | $\infty$ | 10.00 |       |             |
| #3  | $\infty$ | 12.00 | 1.486 |             |
| #4  | -100.00  | 2.00  |       |             |
| #5  | -170.00  | 7.00  | 1.486 |             |
| #6  | -94.00   | 82.60 |       | 回転対称非球面     |
| #7  | -400.00  | 4.00  | 1.486 | yトーリック面     |
| #8  | -650.00  |       |       |             |

【0030】面番号#1で表される回折素子20の回折面21は、回転対称非球面であるベースカーブ上に回折構造が形成されて構成され、面を特定する円錐係数、非球面係数、光路差関数係数、位相変更係数の値は以下の表2に示される。また、面番号#6で表される第3レンズ33の入射側の面は、回転対称非球面であり、その円錐係数、非球面係数は表2に示される。なお、表示されない次数の非球面係数は0.000である。面番号#7で表される第3レンズ33の射出側の面は、主走査面内に含まれる非円弧曲線を光軸に対して垂直で主走査平面に含まれる回転軸を中心に回転させた軌跡として定義されるyトーリック面である。非円弧曲線は、光軸からの主走

査素子20とf $\theta$ レンズ30とを含む光学系の主走査方向の焦点距離(単位:mm)、fDは回折面21の焦点距離(単位:mm)、 $2\omega$ は画角(単位:degree)、rはレンズ各面の巨視的な曲率半径(非球面については軸上の値、単位:mm)、dはレンズ厚またはレンズ間隔(単位:mm)、nは各レンズの屈折率である。

【0029】

【表1】

査方向の高さがhとなる非円弧曲線上の座標点の軸上接点からのサグ量をX(h)とすると、上記の非球面と同一の式により表される。表2には、#7面の非円弧曲線を規定する円錐係数、非球面係数、光軸を含み主走査平面に垂直な面内での曲率半径rzの値とが示される。yトーリック面は、非円弧曲線を、面と光軸との交点からrz離れた位置(rz>0の場合はポリゴンミラー13側)で光軸と交わる回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。

【0031】

【表2】

|                              |                              |                             |  |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| #1 回折面、回転対称非球面               |                              |                             |  |
| k=0.00                       | A4= -9.749 $\times 10^{-10}$ | A6=1.486 $\times 10^{-15}$  |  |
| P2=-2.0256 $\times 10^{-1}$  | P4=-1.3620 $\times 10^{-5}$  | P6= 1.4892 $\times 10^{-9}$ |  |
| P8=-2.6585 $\times 10^{-16}$ | P10= 0.0000                  |                             |  |
| B0= 1.01 $\times 10^{-1}$    | B1= 0.00                     | B2= 0.00                    |  |
| #6 回転対称非球面                   |                              |                             |  |
| k=0.00                       | A4= 1.900 $\times 10^{-7}$   | A6=-8.000 $\times 10^{-12}$ |  |
| #7 yトーリック面                   |                              |                             |  |
| rz= 20.60                    |                              |                             |  |
| k=0.00                       | A4= 1.000 $\times 10^{-7}$   | A6=-4.600 $\times 10^{-12}$ |  |

【0032】第1実施例の構成によれば、T= 0.866、N=1.154、 $\Lambda=0.828$ となるため、 $T \cdot N=0.999$ 、 $\Lambda/T=0.956$ となり、条件[1]、[2]をいずれも満たすため、回折面21により結像光学系であるf $\theta$ レンズ30の透過率分布によるパワーバリエーションを効果的に補正することができる。

【0033】

【第2実施例】第2実施例は、第1実施例とほぼ同一の

#1 回折面、回転対称非球面

構成に基づいて、回折面21の軸上でのブレイズ化波長 $\lambda_1$ を使用波長 $\lambda_0$ に対して長波長側にシフトさせたものである。位相変更係数B0、B2の値のみが以下の表3に示すように第1実施例とは異なり、他の数値は第1実施例と同一である。

【0034】

【表3】

$$B0 = -1.01 \times 10^{-1} \quad B1 = 0.00$$

【0035】第2実施例の構成によれば、 $T = 0.866$ 、 $N = 1.152$ 、 $\Lambda = 1.262$ となるため、 $T \cdot N = 0.997$ 、 $(\Lambda \cdot T)^{-1} = 0.915$ となり、条件[1]、[3]をいずれも満たすため、回折面21により結像光学系である $f\theta$ レンズ30の透過率分布によるパワーバリエーションを効果的に補正することができる。

【0036】

【第2の実施形態】図2は、第2の実施形態にかかる走査光学系を示す主走査面内の平面図である。半導体レーザー10、コリメートレンズ11、シリンドリカルレンズ12、ポリゴンミラー13は第1の実施形態と同一である。結像光学系である $f\theta$ レンズ50は、第1、第2、第3レンズ51、52、53から構成され、第2レンズ52の入射側の面に回折面が形成されている。回折面は、光源の波長のバラツキによる色収差を補正する機能、そして、 $f\theta$ レンズ50の軸上と軸外との透過光量の差を打ち消す機能を有している。このため、回折面は、軸上での回折効率が軸外での回折効率より小さくなるように設定されている。以下、第2の実施形態に基づく実施例を2例説明する。

【0037】

【第3実施例】第3実施例は、回折面の軸上でのブレイズ化波長 $\lambda_1$ を使用波長 $\lambda_0$ に対して短波長側にシフトさせたものである。具体的な数値構成は表4に示される。

#3 回折面

$$\begin{aligned} P2 &= -1.4123 \times 10^{-1} & P4 &= -1.9372 \times 10^{-6} & P6 &= -5.2762 \times 10^{-11} \\ P8 &= 2.1239 \times 10^{-15} & P10 &= 0.00 \\ B0 &= 7.00 \times 10^{-2} & B1 &= 0.00 & B2 &= -5.00 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

#4 回転対称非球面

$$k = 0.00 \quad A4 = 2.000 \times 10^{-7} \quad A6 = 3.000 \times 10^{-12}$$

#5 yトーリック面

$$\begin{aligned} rz &= 20.80 \\ k &= 0.00 \quad A4 = 1.000 \times 10^{-7} & A6 &= -4.000 \times 10^{-12} \end{aligned}$$

【0041】第3実施例の構成によれば、 $T = 0.947$ 、 $N = 1.071$ 、 $\Lambda = 0.874$ となるため、 $T \cdot N = 1.014$ 、 $\Lambda / T = 0.923$ となり、条件[1]、[2]をいずれも満たすため、回折面#3により結像光学系である $f\theta$ レンズ50の透過率分布によるパワーバリエーションを効果的に補正することができる。

【0042】

【第4実施例】第4実施例は、第3実施例とほぼ同一の

#3 回折面

$$B0 = -6.00 \times 10^{-2} \quad B1 = 0.00$$

【0044】第4実施例の構成によれば、 $T = 0.947$ 、 $N = 1.051$ 、 $\Lambda = 1.141$ となるため、 $T \cdot N = 0.996$ 、 $(\Lambda \cdot T)^{-1} = 0.926$ となり、条件[1]、[3]をいずれも満たすため、回折面#3により結像光学系である $f\theta$ レンズ50の透過率分布によるパワーバリエーションを効果的に補正することができる。

$$B2 = 3.80 \times 10^{-4}$$

面番号#0がポリゴンミラー13の反射面、#1、#2が第1レンズ51、#3、#4が第2レンズ52、#5、#6が第3レンズ53を示している。

【0038】

【表4】

$$f = 144.8 \quad fD = 4538.9 \quad 2\omega = 85.4^\circ$$

面番号 r d n 備考

|    |          |       |       |         |
|----|----------|-------|-------|---------|
| #0 | —        | 35.00 |       |         |
| #1 | $\infty$ | 12.50 | 1.486 |         |
| #2 | -100.00  | 2.00  |       |         |
| #3 | -135.00  | 7.00  | 1.486 | 回折面     |
| #4 | -85.70   | 82.60 |       | 回転対称非球面 |
| #5 | -400.00  | 4.00  | 1.486 | yトーリック面 |
| #6 | -620.00  |       |       |         |

【0039】この例では、#3が回折面、#4が回転対称非球面、#5がyトーリック面である。これらの面を規定する各係数は、表5に示される。なお、回折面のベースカーブは球面であるため、非球面係数は記載されていない。光路差関数 $\phi(h)$ から求められる回折面形状 $S(h)$ を球面に形成することにより、回折面の形状 $SAG(h)$ が得られる。

【0040】

【表5】

$$A6 = 3.000 \times 10^{-12}$$

$$A6 = -4.000 \times 10^{-12}$$

構成に基づいて、回折面#3の軸上でのブレイズ化波長 $\lambda_1$ を使用波長 $\lambda_0$ に対して長波長側にシフトさせたものである。位相変更係数 $B0$ 、 $B2$ の値のみが以下の表6に示すように第3実施例とは異なり、他の数値は第3実施例と同一である。

【0043】

【表6】

$$B2 = 5.50 \times 10^{-5}$$

【0045】

【第3実施形態】図3は、第3の実施形態にかかる走査光学系を示す主走査面内の平面図である。半導体レーザー10、コリメートレンズ11、シリンドリカルレンズ12、ポリゴンミラー13は第1の実施形態と同一である。結像光学系である $f\theta$ レンズ60は、第1、第2、

第3レンズ61、62、63から構成され、第2レンズ62の入射側の面に回折面が形成されている。また、ポリゴンミラー13とf $\theta$ レンズ60との間にポリゴンミラー13用のカバーガラス14が配置されている。

【0046】回折面は、光源の波長のバラツキによる色収差を補正する機能、そして、f $\theta$ レンズ60及びカバーガラス14の軸上と軸外との透過光量の差を打ち消す機能を有している。このため、回折面は、軸上での回折効率が軸外での回折効率より小さくなるように設定されている。以下、第3の実施形態に基づく実施例を3例説明する。

【0047】

【第5実施例】第5実施例は、回折面の軸上でのブレイズ化波長 $\lambda_1$ を使用波長 $\lambda_0$ に対して短波長側にシフトさせたものである。具体的な数値構成は表7に示される。面番号#0がポリゴンミラー13の反射面、#1、#2がカバーガラス14、#3、#4が第1レンズ61、#5、#6が第2レンズ62、#7、#8が第3レンズ63を示している。

【0048】

【表7】

#5 回折面

$$\begin{aligned} P2 &= -1.4123 \times 10^{-1} & P4 &= -1.9372 \times 10^{-6} & P6 &= -5.2762 \times 10^{-11} \\ P8 &= -2.1239 \times 10^{-15} & P10 &= 0.00 \\ B0 &= 3.80 \times 10^{-2} & B1 &= 0.00 & B2 &= -2.60 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

#6 回転対称非球面

$$k=0.00 \quad A4=2.000 \times 10^{-7} \quad A6=3.000 \times 10^{-12}$$

#7 ャトーリック面

$$rz=20.80$$

$$k=0.00 \quad A4=1.000 \times 10^{-7} \quad A6=-4.000 \times 10^{-12}$$

【0051】第5実施例の構成によれば、 $T=0.863$ 、 $N=1.020$ 、 $\Lambda=0.928$ となるため、 $T \cdot N=0.880$ 、 $\Lambda/T=1.075$ となり、条件(1)、(2)をいずれも満たすため、回折面#5により結像光学系であるf $\theta$ レンズ60及びカバーガラス14の透過率分布によるパワーバリエーションを効果的に補正することができる。

【0052】

【第6実施例】第6実施例は、第5実施例とほぼ同一の

#5 回折面

$$B0=-6.00 \times 10^{-2} \quad B1=0.00$$

【0054】第6実施例の構成によれば、 $T=0.863$ 、 $N=1.051$ 、 $\Lambda=1.141$ となるため、 $T \cdot N=0.907$ 、 $(\Lambda \cdot T)^{-1}=1.016$ となり、条件(1)、(3)をいずれも満たすため、回折面#5により結像光学系であるf $\theta$ レンズ60及びカバーガラス14の透過率分布によるパワーバリエーションを効果的に補正することができる。

【0055】

【第7実施例】第1実施例～第6実施例は、被走査面40上でのパワーバリエーションの原因として結像光学系であるf $\theta$ レンズの透過率分布のみを考慮して回折面が

$$f=144.8 \quad fD=4538.9 \quad 2\omega=85.4^\circ$$

面番号 r d n 備考

|    |          |       |       |         |
|----|----------|-------|-------|---------|
| #0 | -        | 20.00 |       |         |
| #1 | $\infty$ | 2.00  | 1.486 | カバーガラス  |
| #2 | $\infty$ | 13.70 |       |         |
| #3 | $\infty$ | 12.50 | 1.486 |         |
| #4 | -100.00  | 2.00  |       |         |
| #5 | -135.00  | 7.00  | 1.486 | 回折面     |
| #6 | -85.70   | 82.60 |       | 回転対称非球面 |
| #7 | -400.00  | 4.00  | 1.486 | ャトーリック面 |
| #8 | -620.00  |       |       |         |

【0049】この例では、#5が回折面、#6が回転対称非球面、#7がャトーリック面である。これらの面を規定する各係数は、表8に示される。なお、回折面のベースカーブは球面であるため、非球面係数は記載されていない。光路差関数 $\phi(h)$ から求められる回折面形状S(h)を球面に形成することにより、回折面の形状SAG(h)が得られる。

【0050】

【表8】

構成に基づいて、回折面#5の軸上でのブレイズ化波長 $\lambda_1$ を使用波長 $\lambda_0$ に対して長波長側にシフトさせたものである。位相変更係数B0、B2の値のみが以下の表9に示すように第5実施例とは異なり、他の数値は第5実施例と同一である。

【0053】

【表9】

$$B2=6.00 \times 10^{-5}$$

設計されている。パワーバリエーションの主たる要因はf $\theta$ レンズの透過率分布であるため、上記の設計でもパワーバリエーションをかなり補正することができる。ただし、補正の要求がより厳しい場合には、ポリゴンミラー13の反射率の変化による影響も考慮に入れて補正することが望ましい。

【0056】なお、ポリゴンミラー13の反射率の変化によって発生するパワーバリエーションは光軸に対して非対称となるため、回折効率を光軸に対して非対称に変化するように設定することにより、これを補正することが

できる。このとき、光源から発する光束がポリゴンミラー13に対してS偏光として入射する場合には、 $f\theta$ レンズ60の光軸を境として、光源からの入射光と同じ側に偏向された光束に対する回折効率を、入射光とは反対側に偏向された光束に対する回折効率よりも高く設定する。他方、光源から発する光束が偏向器に対してP偏光として入射する場合には、光源からの入射光と同じ側に偏向された光束に対する回折効率を、入射光とは反対側に偏向された光束に対する回折効率よりも低く設定する。

#### #5 回折面

$$B0 = 1.14 \times 10^{-1}$$

$$B1 = 1.00 \times 10^{-5}$$

$$B2 = -5.00 \times 10^{-5}$$

【0059】第7実施例の構成によると、各像高における回折素子の回折効率 $\eta y$ は以下の表11に示すとおりとなり、各像高における $f\theta$ レンズの透過率 $Ty$ 、ポリゴンミラーの反射率 $Ry$ との積 $Ty \cdot Ry \cdot \eta y$ により表される被走査面40上での有効光量は像高によらず一定となる。なお、 $H-$ は光源からの入射光と同じ側に偏向された最大画角の光束の像高、 $H0$ は軸上、 $H+$ は入射光とは反対側に偏向された最大画角の光束の像高を示す。

【0060】

【表11】

|                            | $H-$  | $H0$  | $H+$                |
|----------------------------|-------|-------|---------------------|
| $\eta y$                   | 1.000 | 0.829 | 0.926               |
| $Ty$                       | 0.614 | 0.711 | 0.614 ( $T=0.863$ ) |
| $Ry$                       | 0.804 | 0.839 | 0.871               |
| $Ty \cdot Ry \cdot \eta y$ | 0.494 | 0.495 | 0.495               |

【0061】図4は、第7実施例における像高に応じた光量効率を示すグラフである。回折面は、曲線①で示される光軸に対して非対称な回折効率分布を有している。ポリゴンミラー13に対してレーザー光がS偏光として入射する場合、反射率は曲線②で示されるように変化する。 $f\theta$ レンズ60の透過率の変化は、曲線③で示すとおりであり、回折効率が全ての像高に対して $\eta y=1$ で一定であるとした場合(パワーバリエーション補正がない場合)の有効光量②×③は、曲線④で示すとおりとなる。ここで、回折面に①に示すような回折効率分布を持たせることにより、実際の有効光量①×②×③は、曲線⑤に示すように像高に依存しないフラットな特性を持つ。

【0057】第7実施例は、ポリゴンミラー13に入射するレーザー光がS偏光である場合を想定し、 $f\theta$ レンズ60の透過率分布に加え、ポリゴンミラー13の反射率の変化をも考慮して回折面を設計している。第7実施例は、第5実施例とほぼ同一の構成に基づいて、位相変更係数 $B0$ 、 $B1$ 、 $B2$ の値のみを以下の表10に示すように変更している。他のデータは全て第5実施例と同一である。

【0058】

【表10】

つ。

【0062】第7実施例の構成によれば、回折面に主走査方向において光軸に対して非対称な回折効率の分布を持たせることにより、 $f\theta$ レンズ60の透過率分布のみでなく、ポリゴンミラー13の反射率変化をも原因としたパワーバリエーションを補正することができる。

【0063】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、色収差補正用に設けられた回折面に、像高の変化に対応した光学素子の透過率、反射率の変化を補正するような回折効率分布を持たせることにより、被走査面上でのパワーバリエーションを補正することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の第1の実施形態にかかる走査光学系の主走査面内の説明図。

【図2】 この発明の第2の実施形態にかかる走査光学系の主走査面内の説明図。

【図3】 この発明の第3の実施形態にかかる走査光学系の主走査面内の説明図。

【図4】 第7実施例における像高に応じた光量効率を示すグラフ。

【符号の説明】

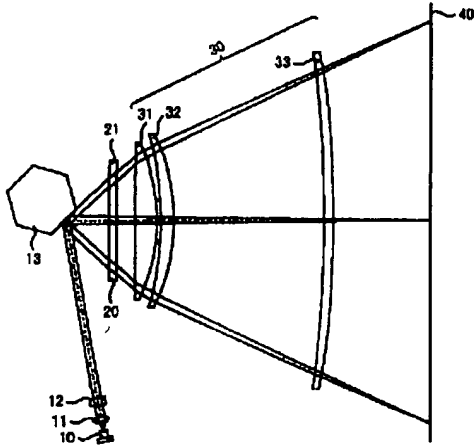
10 半導体レーザー

13 ポリゴンミラー

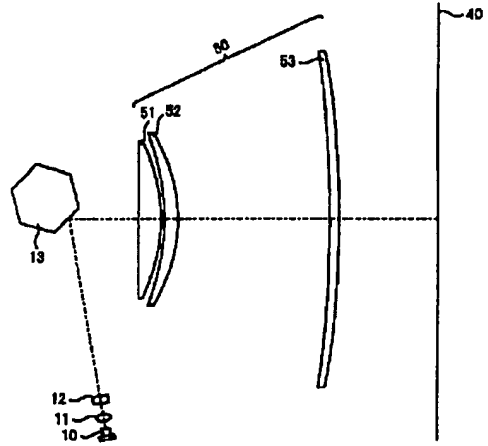
30, 50, 60  $f\theta$ レンズ

40 被走査面

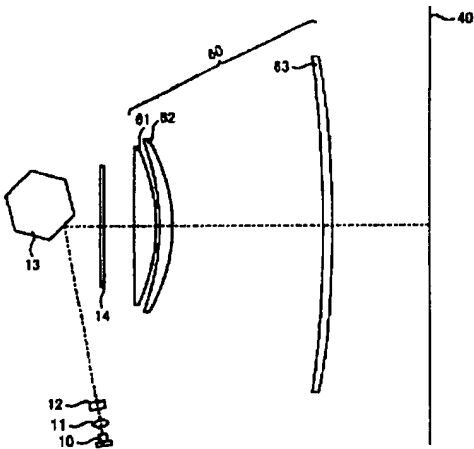
【図1】



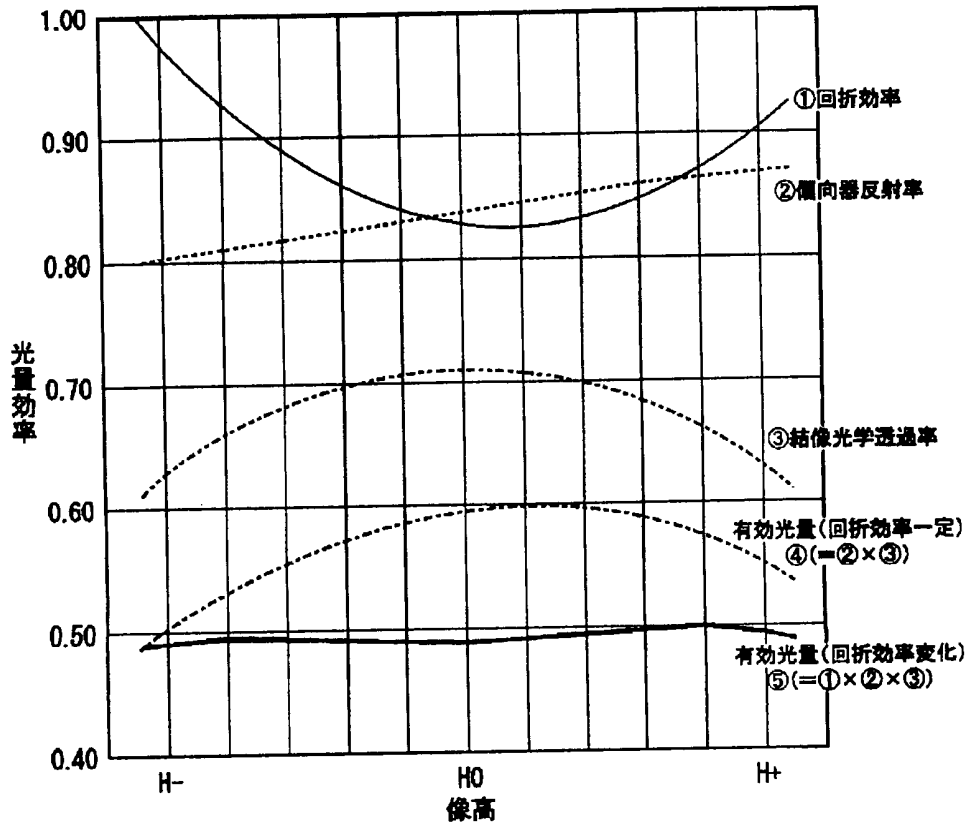
【図2】



【図3】



【図4】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年4月14日(2000.4.14)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正内容】

【0030】面番号#1で表される回折素子20の回折面21は、回転対称非球面であるベースカーブ上に回折構造が形成されて構成され、面を特定する円錐係数、非球面係数、光路差関数係数、位相変更係数の値は以下の表2に示される。また、面番号#6で表される第3レンズ33の入射側の面は、回転対称非球面であり、その円錐係数、非球面係数は表2に示される。なお、表示され

ない次数の非球面係数は0.000である。面番号#7で表される第3レンズ33の射出側の面は、主走査面内に含まれる非円弧曲線を光軸に対して垂直で主走査平面に含まれる回転軸を中心に回転させた軌跡として定義されるγトリック面である。非円弧曲線は、光軸からの主走査方向の高さが $h$ となる非円弧曲線上の座標点の軸上接点からのザク量を $\lambda(h)$ とすると、上記の非球面と同一の式により表される。表2には、#7面の非円弧曲線を規定する円錐係数、非球面係数、光軸を含み主走査平面に垂直な面内での曲率半径 $r_z$ の値とが示される。γトリック面は、非円弧曲線を、面と光軸との交点から $r_z$ 離れた位置( $r_z > 0$ の場合は被走査面40側)で光軸と交わる回転軸を中心に回転させた軌跡として規定される。